

1. SPORZĄDZANIE ROZTWORÓW

1. Sporządzanie roztworu CuSO_4 o stężeniu procentowym

Zasada:

Stężeniem roztworu określa się ilość substancji (wyrażoną w jednostkach masy lub objętości) zawartą w określonej jednostce objętości lub masy roztworu, czasami rozpuszczalnika. Do wyrażania stężeń roztworów najczęściej używa się stężenia molowego. Stężenia bywają również wyrażane w procentach. Jednak zarówno według norm międzynarodowych ISO (*International Organization Standardization*), jak i polskich metoda ta jest traktowana jako niewłaściwa, ponieważ procent nie jest jednostką miary. Jednak powszechność ich stosowania, szczególnie w diagnostyce klinicznej, zobowiązuje do ich poznania, omówienia i zdobycia umiejętności przeliczenia na inne jednostki stężenia. Stężenie procentowe masowe (%; %m/m) – dawniej procent wagowy – wyraża liczbę części masowych substancji rozpuszczonej w 100 tych samych częściach masowych roztworu. Istotną cechą stężenia procentowego masowego jest niezależność od temperatury. Najprościej stężenie to wyraża liczbę gramów substancji obecnej w 100 g roztworu. Stężenie procentowe masowo-objętościowe (% m/V; g/dl) wyraża liczbę części masowych substancji rozpuszczonej w 100 częściach objętościowych roztworu. Stężenie procentowe objętościowe (% v/v) wyraża liczbę części objętościowych substancji w 100 tych samych częściach objętościowych roztworu. Ten rodzaj stężenia procentowego odnosi się do roztworów substancji ciekłych.

Wykonanie:

W celu sporządzenia 10 ml 20% m/v roztworu CuSO_4 należy:

- Obliczyć, ile soli *in subst.* należy odważyć – uwaga! – trzeba sprawdzić stopień uwodnienia soli dostępnej na ćwiczeniach.
- Odważyć na wadze analitycznej stosowną odważkę.
- Odważkę soli przenieść ilościowo do kolby miarowej na 10 ml, rozpuścić w niewielkiej ilości wody mieszając, po czym uzupełnić wodą do kreski.

Obliczenia:

- ⇒ Stężenie sporządzonego roztworu wyrazić w innych znanych jednostkach, np. mol/l oraz w jednostkach masy na 1 ml roztworu, np. mg/ml.
- ⇒ Obliczyć, ile mmoli soli zawarte jest w 10 ml sporządzonego roztworu i wyrazić w mmol/10 ml.
- ⇒ Sporządzony roztwór zawiera określoną ilość każdego pierwiastka (np. miedzi) w danej objętości, obliczyć zawartość miedzi, siarki lub tlenu w całości sporządzonego roztworu i wyrazić stężenie w stosownych jednostkach masy na 1 ml (mg/ml), na 1 μ l (ng/ μ l) lub w ppm. Roztwór zachować do następnego ćwiczenia.

2. Sporządzanie roztworów wodnych Na_2CO_3 o różnym stężeniu molowym

Zasada:

Stężenie molowe wyraża liczbę moli składnika w jednym litrze roztworu, czyli w 1 dm³ roztworu. Wymagana jest znajomość masy molowej. Masa jednego mola związku chemicznego wyrażona w gramach odpowiada wartości jego masy cząsteczkowej. Podstawową jednostką stężenia molowego roztworu jest mol/l. W przypadku roztworów rozcieńczonych stosuje się podwielokrotności stężenia molowego, mianowicie: stężenie milimolowe (mmol/l), mikromolowe (μ mol/l), nanomolowe (nmol/l). Sporządzając roztwór o danym stężeniu molowym, należy rozpuścić określoną liczbę moli substancji w mniejszej ilości rozpuszczalnika niż oczekiwana objętość końcowa, po czym uzupełnić w kolbie miarowej rozpuszczalnikiem do ostatecznej objętości 1 litra roztworu.

Wykonanie:

- Sporządzić 50 ml wodnego roztworu węglanu sodowego o stężeniu 0,02 mol/l, 0,03 mol/l lub 0,04 mol/l.
- W celu sporządzenia 50 ml danego roztworu należy obliczyć, ile soli *in subst.* należy odważyć.
- Odważyć na wadze analitycznej stosowną odważkę.
- Odważkę soli przenieść ilościowo do kolby miarowej na 50 ml, rozpuścić w niewielkiej ilości wody mieszając, po czym uzupełnić wodą do kreski. Stężenie roztworu wyrazić również w innych znanych jednostkach. Przygotowane roztwory zachować do następnego ćwiczenia.

3. Sporządzanie roztworu NaCl o stężeniu molowym

Wykonanie:

W celu sporządzenia 10 ml 0,154 M roztworu NaCl należy:

- Obliczyć, ile soli *in subst.* należy odważyć i posługując się wagą analityczną przygotować stosowną odważkę.
- Odważkę soli przenieść ilościowo do kolby miarowej na 10 ml, rozpuścić w niewielkiej ilości wody mieszając, po czym uzupełnić wodą do kreski. Stężenie roztworu wyrazić również w jednostkach stężenia procentowego. Gotowy roztwór zachować do następnego ćwiczenia.

4. Rozcieńczanie 20% m/v roztworu CuSO₄

Zasada:

Rozcieńczając wodą roztwory bardziej stężone, można opierać się na zależności, że iloczyn stężenia roztworu (wyrażonego w procentach, mol/l bądź innych) i jego ilości (wyrażonej w gramach, mililitrach lub litrach) jest wielkością stałą:

$$c_x V(\text{ml})_x = c_y V(\text{ml})_y$$
$$\text{stężenie}_x \cdot \text{ilość}_x = \text{stężenie}_y \cdot \text{ilość}_y$$

Podczas rozcieńczania wodą roztworów bardziej stężonych ma miejsce zjawisko kontrakcji. Polega ono na tym, że objętość mieszaniny powstałej po rozcieńczeniu roztworów wyjściowych jest mniejsza od sumy objętości zmieszanych cieczy. Przykładowo, zmieszanie 50 ml etanolu z 50 ml H₂O daje łączną objętość 97,79 ml. Dlatego należy po odmierzeniu żądanej objętości roztworu wyjściowego rozcieńczyć go w kolbie miarowej do oczekiwanej objętości.

Wykonanie:

- Przygotować 5 probówek kalibrowanych, które ustawić w statywie.
- Do dwóch pierwszych probówek wprowadzić po 1 ml 20% roztworu CuSO₄. Następnie do drugiej probówki dodać 1 ml H₂O destylowanej, wymieszać, po czym z tej drugiej probówki pobrać 1 ml roztworu i przenieść do probówki trzeciej, do której dodać również 1 ml H₂O, wymieszać, odpipetować z niej 1 ml roztworu i przenieść do czwartej probówki, dodać do niej 1 ml wody, wymieszać i odpipetować z niej 1 ml roztworu, który przenieść do piątej probówki i dodać do niej 1 ml wody. Zaobserwować barwy otrzymanych roz-

tworów, odczytać ich objętości na skali probówek kalibracyjnych i zinterpretować uzyskane wyniki.

- Wszystkie roztwory zachować do następnego ćwiczenia.

Obliczenia:

- ⇒ Obliczyć stężenie wyrażone w procentach oraz w jednostkach mol/l we wszystkich rozcieńczanych roztworach.
- ⇒ Określić stopień rozcieńczenia roztworu w poszczególnych próbach w odniesieniu do pierwszej próby i względem kolejnych prób.

5. Rozcieńczanie roztworu NaCl

Zasada:

Zasada jest taka sama, jak w ćwiczeniu poprzednim. Podczas rozcieńczania roztworu NaCl ma miejsce zjawisko kontrakcji. Zmieszanie np. 50 ml 0,5 M roztworu NaCl z 50 ml H₂O daje łączną objętość 96,84 ml. Zjawisko kontrakcji praktycznie nie występuje przy rozcieńczaniu roztworów o niskim stężeniu. Błąd wynikający z kontrakcji podczas rozcieńczania, np. 0,2 M roztworu HCl do 0,1 M roztworu HCl, jest mniejszy od błędu pomiaru objętości.

Wykonanie:

- Rozcieńczyć wodą destylowaną 5 ml 0,154 M roztworu NaCl do stężenia 0,03 M. W tym celu do cylindra miarowego należy odpipetować 5 ml 0,154 M roztworu NaCl i uzupełnić wodą destylowaną do wymaganej objętości. Obliczyć i podać końcową objętość 0,03 M roztworu NaCl.
- Rozcieńczyć 5 ml 0,154 M roztworu NaCl przez dodanie 50 ml wody destylowanej. Obliczyć stężenie rozcieńczonego roztworu w mol/l oraz w % m/v.

6. Mieszanie roztworów CuSO₄

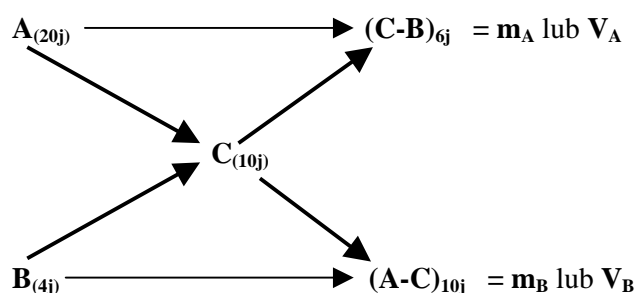
Zasada:

W wyniku mieszania ze sobą roztworów tej samej substancji o różnych stężeniach otrzymuje się roztwór tej substancji o stężeniu odmiennym od stężeń wyjściowych. Można je obliczyć, znając stężenia roztworów wyjściowych oraz wartości jednostek objętościowych lub masowych, w których roztwory zmieszano. W celu otrzymania roztworu o żądanym stężeniu należy obliczyć stosunek objętościowy lub masowy, w którym należy mieszać ze sobą oba roztwory

wyjściowe. Wykonanie takich obliczeń jest możliwe, gdy stężenia mieszanych ze sobą roztworów są wyrażone w tych samych jednostkach, natomiast jeśli są podane w odmiennych jednostkach, to przed przystąpieniem do obliczeń należy je przeliczyć na te same jednostki. Podczas obliczania stężenia otrzymanego roztworu (c) w wyniku zmieszania dwóch roztworów wyjściowych (c_1 , c_2) można korzystać z poniższych zależności:

$$\begin{aligned} V_1c_1 + V_2c_2 &= (V_1 + V_2) \cdot c, && \text{gdy stężenia objętościowe; lub} \\ m_1c + m_2c_2 &= (m_1 + m_2) \cdot c, && \text{gdy stężenia masowe.} \end{aligned}$$

Podczas ustalania stosunku objętościowego lub masowego, w którym należy zmieszać roztwory wyjściowe dla otrzymania roztworu o żądanym stężeniu, można korzystać również z tzw. schematu krzyżowego. Wartości liczbowe stężeń roztworów układa się wtedy w kwadracie, przy czym po lewej stronie pisze się liczby wyrażające stężenia roztworów wyjściowych (w narożach kwadratu), np. roztwór A o stężeniu 20 jednostek i roztwór B o stężeniu 4 jednostki, a na przecięciu przekątnych wpisuje się żądane stężenie sporządzanego roztworu C, np. 10 jednostek. Następnie po przekątnej odejmuje się od większej liczby mniejszą, a wynik wpisuje się w przeciwnym kącie kwadratu z prawej strony.



Stosunek otrzymanych różnic (w narożach z prawej strony kwadratu) wskazuje, w jakim stosunku masowym lub objętościowym należy zmieszać roztwory wyjściowe, np. 3 jednostki roztworu A z 5 jednostkami roztworu B.

Podczas mieszania roztworów może również mieć miejsce zjawisko kontrakcji roztworu. Można go pominąć w przypadku roztworów rozcieńczonych w tym samym rozpuszczalniku, jednak należy pamiętać, że suma objętości roztworów wyjściowych nie musi być równa objętości roztworu sumarycznego.

Wykonanie:

- Mając do dyspozycji wcześniej sporządzony pełny zestaw roztworów CuSO_4 o różnych stężeniach (z poprzedniego ćwiczenia), zmieszać 3 ml roztworu

1,25 M z 2 ml roztworu CuSO_4 o stężeniu 0,078 M. Obliczyć stężenie molowe uzyskanego roztworu.

- Sporządzić 1,1 ml roztworu 2% (m/v) CuSO_4 , wykorzystując wcześniej rozcieńczone roztwory CuSO_4 , podać które i w jakiej proporcji należy mieszać, w celu uzyskania żądanej objętości.

ODCZYNNIKI, SZKŁO I SPRZĘT LABORATORYJNY

Na_2CO_3 *in subst.*, CuSO_4 *in subst.*, NaCl *in subst.*, kolby miarowe 10 i 50 ml, cylindry miarowe, probówki kalibracyjne, wagi laboratoryjne.

NOTATKI